

PAT-NO: JP360057281A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60057281 A

TITLE: RADAR EQUIPMENT

PUBN-DATE: April 3, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OOKA, SHUICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

mitsubishi electric corp

N/A

APPL-NO: JP58166127

APPL-DATE: September 8, 1983

INT-CL (IPC): G01S007/02

US-CL-CURRENT: 342/81, 342/158

ABSTRACT:

PURPOSE: To form an extremely wide elevation angle covering area by adding a sub-electronic scanning array antenna for sharing in a high elevation angle covering area, to an electronic scanning array antenna.

CONSTITUTION: An electronic scanning antenna B consisting of a primary radiator 1B, a phase shifter 2B and a distributor 3B is added to an electronic scanning antenna A consisting of a primary radiator 1A, a phase shifter 2A and a distributing circuit 3A, and both of them are switched by a switch 16. In this state, in accordance with a beam scanning timing from a generating circuit 7, a controlling circuit 5 controls an antenna switching timing basing on a beam scanning angle command and a timing, executes an arithmetic of a phase shifting quantity of a phase shifter 2 by synchronizing with said control, and controls the switch 16 and the phase shifter 2 through a driving circuit 17 and 4, respectively.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-57281

⑮ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和60年(1985)4月3日

G 01 S 7/02

7259-5J

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 レーダ装置

⑯ 特 願 昭58-166127

⑰ 出 願 昭58(1983)9月8日

⑱ 発 明 者 大 岡 秀 一 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社通信機製作所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

レーダ装置

2. 特許請求の範囲

(1) 垂直面内において電子的にビーム走査を行ないながら水平方向に機械的に回転する電子走査アレイ・レーダにおいて、垂直領域の一部を走査する主アンテナと、少なくとも垂直領域の他の部分を走査する副アンテナを相互に機械的に固定し、水平面内で同一回転軸のまわりに機械的回転を行なわせ、両アンテナ間でビーム走査を切換えることを特徴とするレーダ装置。

(2) 主アンテナと副アンテナが位相制御アンテナであつて、使用しない方のアンテナはビームを形成しないように位相が調整されることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレーダ装置。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、垂直面内で電子的にビーム走査を行ないながら水平方向に機械的に回転する電子走

査アレイ・レーダにおいて、広仰角領域探知能力を実現するレーダ装置に関するものである。

電子走査アレイ・レーダの代表例としては、位相走査アレイ・レーダ、周波数走査アレイ・レーダ、位相・周波数複合アレイ・レーダ等を挙げることができるが、ここでは説明の便宜上第1図に示す構成を有し、第2図、第3図に示すビーム走査を行なう従来の位相走査アレイ・レーダ装置を例にとり、以下の説明を行なう。

第1図に示す従来のレーダ装置について説明する。基準信号発生回路(7)で発生した第1中間周波数送信信号と第1局部発振周波数は、送信機(6)で周波数混合され送信信号となつて送受切換器(8)を経由して分配回路(3)でn分配され、移相器(2)において所定の移相量を与えられ、一次放射器(1)から空間に放射される。

上に述べた移相器(2)の移相設定量は、基準信号発生回路(7)からのビーム走査角度指令及びタイミングにもとづき、ビーム制御回路(5)で各移相器(2)に対応して演算され、駆動回路(4)を経由して与え

られるものである。

このようにして所定方向へ放射された送信信号は、目標によつてその1部を反射され、一次放射器(1)、移相器(2)、分配回路(3)、送受切換器(6)を経由して受信機系統入力となる。

まず高周波増幅回路(9)で低雑音増幅され、第1混合回路(10)で基準信号発生回路(7)からの第1局部発振周波数と混合されて第1中間周波数信号に変換された後、第2混合回路(11)で同じく基準信号発生回路(7)からの第2局部発振周波数と混合され第2中間周波数信号に変換されて移動目標検出回路(4)への入力となる。移動目標検出回路(4)は、一般的にMTIと称されるもので基準信号発生回路(7)で発生する送信パルス繰返周波数に対応して地表面、ウェザー等からの不要反射波(クラッタ)を消去するフィルタを形成している。

クラッタを抑圧された受信信号は、信号処理回路(5)、表示回路(8)に送られ、目標情報の検出、表示を行なう。

以上述べたところにおいて、中間周波数は2段

階に限定されるものではなく、1段階又は8段階等必要に応じて適宜選択されるものである。

以上述べたところにより、所定方向にアンテナ・ビーム・パターンが形成された訳であるが、このアンテナ・ビーム仰角方向は、第2図に示すように時分割により順次変化して、所要の仰角範囲を電子走査するもので、1仰角走査周期内の送信タイミングとビーム位置の関係を第8図に示す。

第8図において、横軸は時間であり、効率的な送信エネルギー配分を行なうために、各送信パルスは送信尖頭出力を一定とし、パルス幅については仰角に対応させて、当該最大探知距離を満足できるように低仰角では広く、高仰角では狭く変化させている。送受信形式により、パルス幅を一定とし、送信尖頭出力を仰角に対応させて変化する方式もあるが、いずれにせよ、本発明の対象となり得るものであり、且つ本質的なことではないのでここでは送信尖頭出力を一定として説明を進める。

1仰角走査周期内において低仰角から高仰角に向かって(#1)～(#n)へとビームを順次形成して行

くが、走査方法としては高仰角から低仰角へ向かつて走査する方式、特別なシーケンスで走査する方式等、他に種々存在する。然しながら、これも又本発明の対象としては本質的なことではないので、ここでは、前記のように低仰角から高仰角に向かつて順次ビームを形成して行くものとして説明を行なう。

(#1)のビームは、送信周期 T_1 で m 回送信し、(#2)のビームは、送信周期 T_2 で m 回送信し、(#i)のビームは送信周期 T_i で m 回送信し(#i+1)ビーム(#n)ビームにかけてはそれぞれ送信周期 T_{i+1} , ..., T_n で各1回送信することになり、1仰角走査周期は、 $m(T_1 + T_2 + \dots + T_i) + T_{i+1} + \dots + T_n$ となる。

(#1)～(#i)ビームまでの間送信回数を各 m 回としているのは、低仰角領域においてクラッタ受信レベルが高いため、移動目標検出回路(4)で m パルス消去MTIフィルタを形成して、クラッタを抑圧するためである。

又、 $T_1 \sim T_n$ は、所要の探知距離を電波が往復す

るに必要な時間をそれらの最下限としている。

$$T_i \geq \frac{2(R_i)_{\max}}{C} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} (R_i)_{\max} & : \text{(#i)ビームが探知すべき最大探知距離} \\ C & : \text{電波伝播速度} \end{array} \right.$$

従来の電子走査アレイ・レーダ装置では、以上のように構成されており、電子走査アレイ・アンテナとして一次放射器(1)を通常直線状、平面状又は曲面状に配列したものを用いているが、いずれにせよビーム放射方向が正面方向から離れるに従って、アンテナ性能(利得等)が低下し、広い仰角範囲の探知が困難であった。

第4図(a)に示す従来の平面アレイ・アンテナの場合、一次放射器(1)の指向性パターン(電界)は、 $E_e(\theta_1) = \sqrt{\cos \theta_1}$, $E_e(\theta_2) = \sqrt{\cos \theta_2}$ で示され、 θ_1 に着目すれば $\theta_1 \rightarrow 90^\circ$ に近づけると共に $E_e(\theta_1) \rightarrow 0$ に近づく。

この発明は、上記のような従来のものの欠点を

除去するためになされたもので、垂直領域を一部オーバー・ラップ又は全くオーバー・ラップさせないもう1個の電子走査アレイ・アンテナと組合せ、両アンテナを切換えて広仰角領域探知(含、半球状領域)を可能とするレーダ装置を提供することを目的としている。

以下、この発明の一実施例を図により説明する。第4図(a)は、従来の主電子走査アレイアンテナを④とし、副電子走査アレイ・アンテナを⑤とし、④に低仰角領域、⑤に高仰角領域を分担させた場合を一例として示したもので、

$$(ELmin)B \leq (ELmax)A$$

とすることにより、全仰角領域を $(ELmin)A \sim (ELmax)B$ へと拡大出来ることを示している。

第5図は、この発明に係るレーダ装置の一実施例を示したもので、アンテナ切換スイッチ③により、電子走査アンテナA(1次放射器(1A)、移相器(2A)、分配回路(8A)で構成)と電子走査アンテナB(1次放射器(1B)、移相器(2B)、分配回路(8B)で構成)を切換える構成であり、その他は

($(ELmax)A \geq (ELmin)B$)
とすれば、 $(ELmin)A \sim (ELmax)B$ の間を抜けなく探知することが可能となる。

上記動作を行うため、第5図において、基準信号発生回路(7)で第7図に1例を示すビーム走査タイミングに従ってビーム走査角度指令及びタイミングを発生し、ビーム制御回路(6)ではこの信号を受けてアンテナ切換タイミングの制御及びこれに同期して移相器(2)の移相量の演算を行い、それぞれスイッチ駆動回路④を経由してアンテナ切換スイッチ③の切換及び移相器駆動回路(4)を経由して移相器(2)の制御を行う。

このとき、アンテナ切換スイッチ③は、垂直ビーム走査に同期させて切換える必要があり、送信電力を扱うため、高速、大電力のスイッチが必要であり、スイッチの漏れ電力を小さくすることは困難である。この漏れ電力により使用しないアンテナで信号を受信することを防ぐ(使用しないアンテナから漏れ電力が発射されて近距離目標及び/又はレーダ断面積の大きな目標(地面、海面等

第1図の構成と同じである。

第6図は、仰角面内のビーム走査概念を示したものである。

第7図は、このビーム走査タイミングを示している。

第8図(a)は主アンテナAの垂直面内走査を、(b)は副アンテナBの垂直面内走査を示す。

本発明においては、第4図に示すように、低仰角領域を担当する従来の(主)電子走査アレイ・アンテナの利得最大仰角 $(EL_0)A$ に対し、高仰角 $(EL_0)B$ を利得最大仰角とする副電子走査アレイ・アンテナを付加して、同一回転構造に両者を結合し、第6図に垂直ビーム走査の1例を示すように仰角領域 $(ELmin)A \sim (ELmax)A$

: 電子走査アレイアンテナA

$(ELmin)B \sim (ELmax)B$

: 電子走査アレイアンテナB

に分担させてビーム走査を行うものである。

このとき、

のフラツタを含む)からの反射電力を使用しないアンテナで受信し、アンテナ切換スイッチの漏れにより受信系に入力されることを防ぐため、使用しない側の移相器(2A)又は(2B)の位相をビーム制御回路(6)で制御してビームを形成しないようにする。

第7図(a)は主アンテナAの垂直面内ビーム走査タイミングを示し、(b)は副アンテナBの垂直面内ビーム走査タイミングを、(c)はA、Bアンテナの切換タイミングを示す。

その他の動作は第8図と同様であるので省略する。

以上、位相走査アレイ・レーダ装置を例にとり説明を行なったが、周波数走査アレイ・レーダ、位相・周波数複合アレイ・レーダ等電子走査アレイ・レーダ全般についても本発明を適用できることは明らかである。

但し、使用しないアンテナのビームを形成しないようにして、偽目標の受信を防ぐ方式は、位相制御によりビームを形成する方式のレーダに限ら

れる。

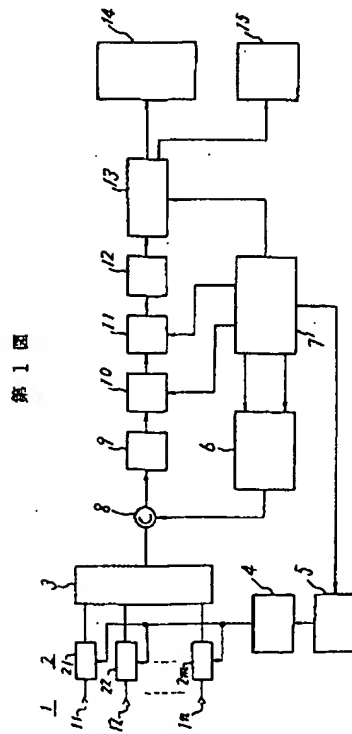
また、垂直ビーム走査について、低仰角から高仰角に向つて走査する方式を例にとり説明を行ったが、高仰角から低仰角に向つて走査する方式、特別なシーケンス又はランダムに走査する方式等においても本発明を適用できる。

以上のように、この発明によれば、電子走査アレイ・レーダにおいて従来の(主)電子走査アレイ・アンテナに高仰角覆域を分担する副電子走査アレイ・アンテナを付加するよう構成し、両アンテナの切換え及びビーム走査の同期をとり、それぞれの仰角覆域内を走査することにより、極めて広い仰角覆域を実現することが可能となつた。

また、実際の実施にあつて、前記発明を適用した場合に、使用しないアンテナのビームを形成しないように位相を設定することにより、アンテナ切換スイッチの漏れ電力による偽目標の受信を防ぐことも可能である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、従来の電子走査アレイ・レーダの構



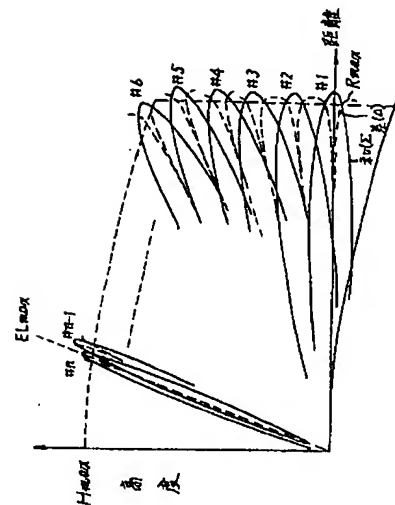
第1図

特開昭60-57281(4)
成の1例を示す機能系統図、第2図は、第1図の構成による垂直面内覆域に関するビーム走査を示す概念図、第3図は、第2図に示すビーム走査を行なうための送信タイミングの1例を示す図、第4図は、従来の(主)電子走査アレイ・アンテナ及びこの発明における(主/副)電子走査アレイ・アンテナにおける仰角覆域の概念図、第5図は、この発明の構成の1例を示す機能系統図、第6図は、第5図の構成による垂直面内覆域に関するビーム走査を示す概念図、第7図は、このビーム走査タイミングの1例を示す図。

図において、(1A),(2A),(3A)は主アンテナの1次放射器、移相器、分配回路、(1B),(2B),(3B)は副アンテナの1次放射器、移相器、分配回路、(5)はビーム制御回路、(7)は基準信号発生回路、(8)は送受切換器、(9)はアンテナ切換スイッチ、(10)はスイッチ駆動回路である。

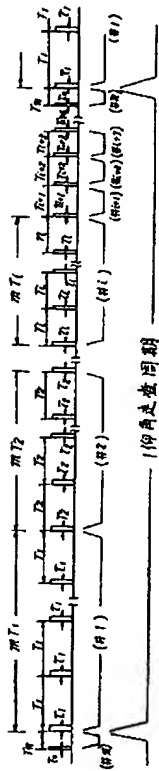
なお、各図中の同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄

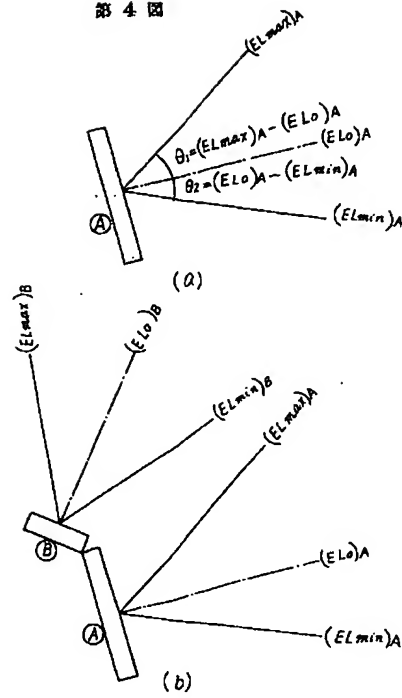


第2図

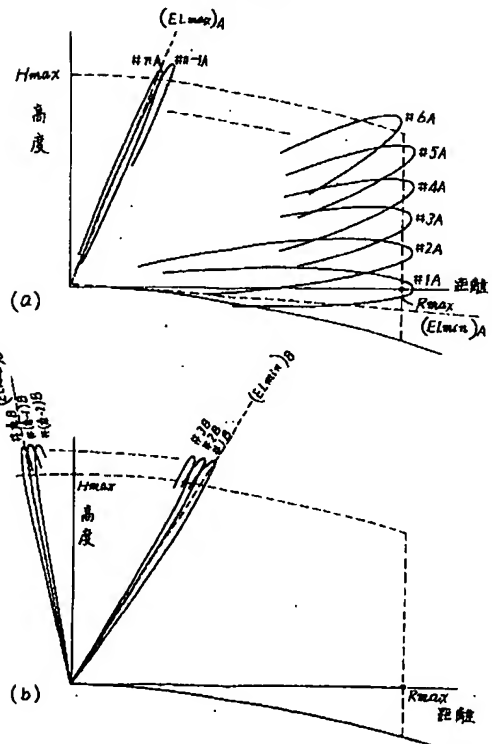
第3圖



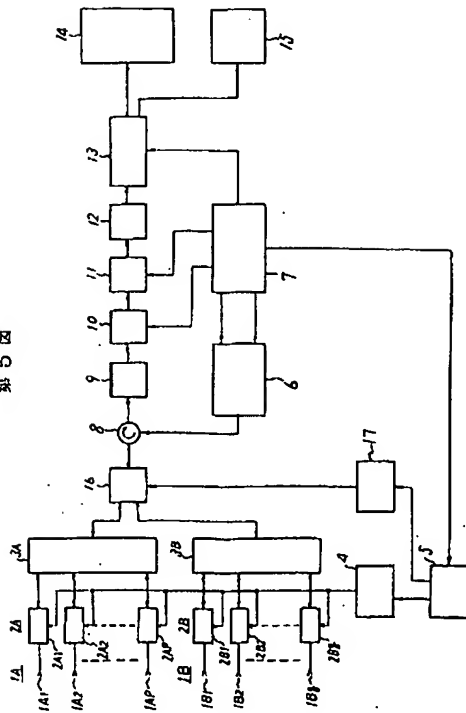
第4圖



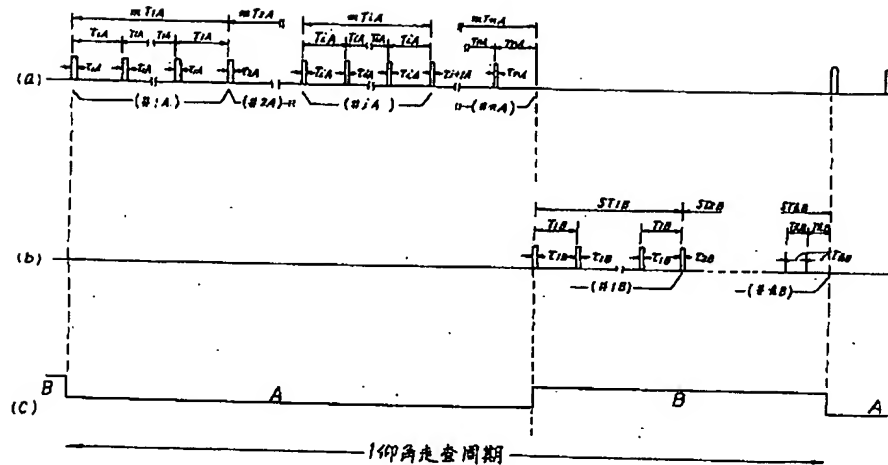
第6圖



第5圖



第 7 図



手 続 補 正 書 (自 願)
58. 1. 15
昭和 58 年 1 月 15 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 58-166127 号

2. 発明の名称
レーダ装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名 称 (601)三菱電機株式会社
代表者 片山 仁 八 郎

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社内
氏 名 (7375)弁護士 大 岩 増 雄
(通称) (53(213)) (4)(112.7.33)

5. 補正の対象

(1) 明細書の発明の詳細な説明の項
(2) 図面

6. 補正の内容

(1) 明細書をつぎのとおり訂正する。

ページ	行	訂 正 前	訂 正 後
5	10	(#i+1)	(#i+1)
5	11	$\Delta(\#n)$	Δ から(#n)
	11	送信周期 T_{iH}	送信周期 T_{i+1}
	18	$+T_i)+T_{i+1}+\dots$	$T_i)+T_{i+1}+\dots$
6	2	$\frac{2(Ri)_{max}}{C} \cdot i =$	$\frac{2(Ri)_{max}}{C} \cdot i =$
8	10	$(\langle EL_0 \rangle_A)$	$(EL_0)_A$
9	18	防ぐ(使用しない)	防ぐ(使用しない)
10	1	フラツタ	クラツタ
10	8	防ぐため	防ぐため



方式
第 1 号



